

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

Japanese Patent Laid-open No. HEI 8-88662 A

Publication date : April 2, 1996

Applicant : FUJITSU LIMITED

Title : DECODER OF CODED MODULATION SIGNAL

5

(57) [Abstract]

[Object]

A transmission signal is obtained by adding redundancy bits to transmission data, conducting error correction coding, and forming such a 64-value QAM modulated transmission signal having, for example, 64 signal points arranged in a square lattice form on a two-dimensional plane having I and Q axes. Reception information of two sequences I and Q is obtained on a reception side by conducting orthogonal detection, A/D conversion, and demodulation on the transmission signal. A decoder of coded modulation signal conducts a hard decision on high-order bits of reception information, thereby groups reception information into a plurality of sets, conducts a soft decision by using low-order added bits, and thereby identifies signal points of each group, conducts error correction decoding, and obtains correct reception data. In such a decoder, an object of the invention is to reduce the number of low-order bits added for the soft decision decoding of signal points of each group of reception data and implement a coded modulation

10

15

20

25

signal decoder having a small circuit scale.

[Structure]

In parallel with a reception input of a conventional decoder of a coded modulation signal, an extraction section
5 (1) is provided. By conducting addition and subtraction of reception data x and y of I and Q and a fixed value, the extraction section (1) takes out signal point decision information X and Y identifying signal points of each group located nearest data of a reception point, from the reception
10 data.

[Scope of Claim for a Patent]

[Claim 1]

A decoder of coded modulation signal for obtaining
15 correct reception data, said decoder including: a decoding section (10) for conducting a hard decision on high-order bits of reception data, thereby grouping two-sequence digital reception information into four sets so as to maximize distances between signal points in each set, and conducting
20 error correction decoding; and an uncoded bit decision section (30) for providing the reception data with a required delay (20), conducting a soft decision by using low-order bits added in subordinate bit positions to the high-order bits, and thereby identifying signal points in each set,
25 said two-sequence digital reception information being

obtained on a reception side by conducting orthogonal detection, A/D conversion, and demodulation on a transmission signal, said transmission signal being obtained by adding redundancy bits to transmission data, conducting
5 error correction coding, and forming such a multi-value modulation signal having a fixed number of signal points arranged in a square lattice form on a two-dimensional plane having mutually perpendicular I and Q axes, characterized in that there is provided in parallel with a reception input
10 thereof, an extraction section (1) for conducting addition and subtraction between reception data and a fixed value, thereby taking out signal point decision information identifying signal points of each group located nearest a reception point, from the reception data.

15 [Claim 2]

A decoder of coded modulation signal according to claim 1, characterized in that said extraction section (1) makes a comparison between reception data of I and Q channels having mutual orthogonal phases of each of groups obtained by
20 dividing the reception information into the four sets, conducts addition and subtraction between reception data and a fixed value, and thereby takes out signal point decision information identifying signal points of each group located nearest data of a reception point, from the reception data.

25 [Claim 3]

A decoder of coded modulation signal according to claim 1, characterized in that said extraction section (1) conducts such computation as to rotate two-dimensional coordinates of the I channel and Q channel possessed by each signal point of each of groups obtained by dividing the reception information into four sets, on reception data, conducts addition and subtraction between reception data of either the I or Q channel selected by a comparison between reception data of I and Q channels, and a fixed value, and thereby takes out signal point decision information identifying signal points of each group located nearest data of a reception point, from said reception data.

[Claim 4]

A decoder of coded modulation signal according to claim 1, characterized in that said extraction section (1) conducts such computation as to rotate two-dimensional coordinates of the I channel and Q channel possessed by each signal point of each of groups obtained by dividing the reception information into four sets, on reception data, conducts addition and subtraction between reception data of either the I or Q channel selected by correlation between orthogonal coordinates parallel to a boundary line of a peripheral region showing that a distance from the reception data is minimized and orthogonal coordinates of said reception data, and a fixed value, and thereby takes out signal point decision

information identifying signal points of each group located nearest data of a reception point, from the reception data.

[Claim 5]

A decoder of coded modulation signal for obtaining
5 correct reception data, said decoder including: a decoding
section (10) for conducting a hard decision on high-order
bits of reception data, thereby grouping two-sequence
digital reception information into two sets so as to maximize
distances between signal points in each set, and conducting
10 error correction decoding; and an uncoded bit decision
section (30) for providing the reception data with a required
delay (20), conducting a soft decision by using low-order
bits, and thereby identifying a plurality of signal points
in each set, said two-sequence digital reception information
15 being obtained on a reception side by conducting orthogonal
detection, A/D conversion, and demodulation on a
transmission signal, said transmission signal being obtained
by adding redundancy bits to transmission data, conducting
error correction coding, and forming such a multi-value
20 modulation signal having a fixed number of signal points
arranged in a square lattice form on a two-dimensional plane
having mutually perpendicular I and Q axes, characterized
in that there is provided in parallel with a reception input
thereof, an extraction section (1) for conducting addition
25 and subtraction between reception data of either the I or

Q channel selected by a comparison between reception data of I and Q channels, and a fixed value, and thereby takes out signal point decision information identifying signal points of each group located nearest data of a reception point, from the reception data.

[Claim 6]

A decoder of coded modulation signal according to claim 5, characterized in that said extraction section (1) conducts computation for conversion to orthogonal coordinates parallel to a boundary line of a peripheral region showing that a distance from the reception data possessed by each signal point of each of groups obtained by dividing the reception information into two sets, on reception data, and thereby takes out signal point decision information identifying signal points of a group located nearest data of a reception point, from the reception data.

[Claim 7]

A decoder of coded modulation signal according to claim 5, characterized in that said extraction section (1) conducts addition and subtraction between reception data of either the I or Q channel selected by correlation between orthogonal coordinates parallel to a boundary line of a peripheral region showing that a distance from the reception data possessed by each signal point of each of groups obtained by dividing the reception information into two sets is minimized and

orthogonal coordinates of said reception data, and a fixed value, and thereby takes out signal point decision information identifying signal points of each group located nearest data of a reception point, from the reception data.

5 [Claim 8]

A decoder of coded modulation signal for obtaining correct reception data, said decoder including: a decoding section (10) for conducting a hard decision on high-order bits of reception data, thereby grouping two-sequence
10 digital reception information into eight sets so as to maximize distances between signal points in each set, and conducting error correction decoding; and an uncoded bit decision section (30) for providing the reception data with a required delay (20), conducting a soft decision by using
15 low-order bits, and thereby identifying a plurality of signal points in each set, said two-sequence digital reception information being obtained on a reception side by conducting orthogonal detection, A/D conversion, and demodulation on a transmission signal, said transmission signal being
20 obtained by adding redundancy bits to transmission data, conducting error correction coding, and forming such a multi-value modulation signal having a fixed number of signal points arranged in a square lattice form on a two-dimensional plane having mutually perpendicular I and Q axes,
25 characterized in that there is provided in parallel with

a reception input thereof, an extraction section (1) for
conducting addition and subtraction between reception data
of either the I or Q channel selected by a comparison between
reception data of I and Q channels, and a fixed value, and
5 thereby takes out signal point decision information
identifying signal points of each group located nearest data
of a reception point, from the reception data.

[Claim 9]

A decoder of coded modulation signal according to claim
10 8, characterized in that said extraction section (1) conducts
computation for conversion to orthogonal coordinates
parallel to a boundary line of a peripheral region showing
that a distance from the reception data possessed by each
signal point of each of groups obtained by dividing the
15 reception information into eight sets, on reception data,
and thereby takes out signal point decision information
identifying signal points of a group located nearest data
of a reception point, from the reception data.

[Claim 10]

20 A decoder of coded modulation signal according to claim
8, characterized in that said extraction section (1) conducts
addition and subtraction between reception data of either
the I or Q channel selected by correlation between orthogonal
coordinates parallel to a boundary line of a peripheral region
25 showing that a distance from the reception data possessed

by each signal point of each of groups obtained by dividing the reception information into eight sets is minimized and orthogonal coordinates of said reception data, and a fixed value, and thereby takes out signal point decision information identifying signal points of each group located
5 nearest data of a reception point, from the reception data.

[Claim 11]

A decoder of coded modulation signal for obtaining correct reception data, said decoder including: a decoding
10 section (10) for conducting a hard decision on high-order bits of reception data, thereby grouping two-sequence digital reception information into sixteen sets so as to maximize distances between signal points in each set, and conducting error correction decoding; and an uncoded bit
15 decision section (30) for providing the reception data with a required delay (20), conducting a soft decision by using low-order bits, and thereby identifying a plurality of signal points in each set, said two-sequence digital reception information being obtained on a reception side by conducting
20 orthogonal detection, A/D conversion, and demodulation on a transmission signal, said transmission signal being obtained by adding redundancy bits to transmission data, conducting error correction coding, and forming such a multi-value modulation signal having a fixed number of signal
25 points arranged in a square lattice form on a two-dimensional

plane having mutually perpendicular I and Q axes,
characterized in that there is provided in parallel with
a reception input thereof, an extraction section (1) for
conducting addition and subtraction between reception data
5 of either the I or Q channel selected by a comparison between
reception data of I and Q channels, and a fixed value, and
thereby takes out signal point decision information
identifying signal points of each group located nearest data
of a reception point, from the reception data.

10 [Claim 12]

A decoder of coded modulation signal according to claim
11, characterized in that said extraction section (1)
conducts addition and subtraction between reception data
of either the I or Q channel selected by a comparison between
15 reception data of I and Q channels of each of groups obtained
by dividing the reception information into sixteen sets,
and a fixed value, and thereby takes out signal point decision
information identifying signal points of each group located
nearest data of a reception point, from the reception data.

20

(11)特許出願公開番号

特開平8-88662

(43)公開日 平成8年(1996)4月2日

(51) Int.Cl.⁶

H04L 27/38

1/00

27/00

識別記号

庁内整理番号

$$\mathbf{Z}$$

9297-5K

9297-5K

F I

H04L 27/00

G

B

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 18 頁)

(21)出願番号

特願平6-223282

(22) 出願日

平成6年(1994)9月19日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 吉岡 重之

栃木県小山市城東3丁目28番1号 富士通

デジタル・テクノロジー株式会社内

(72)発明者 井上 武志

栃木県小山市城東3丁目28番1号 富士通

デジタル・テクノロジー株式会社内

(72)発明者 中村 正

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

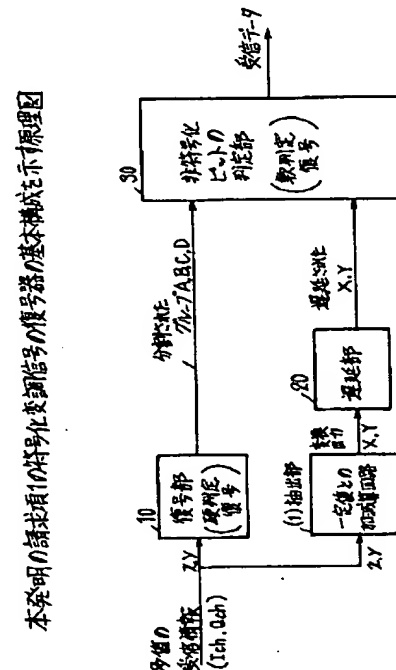
(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

(54) 【発明の名称】 符号化変調信号の復号器

(57) 【要約】

【目的】 送信データに冗長ビットを付加し誤り訂正符号化して、 I, Q の二次元平面上で正方格子状に例えば64信号点を持つ64値QAM変調した送信信号を、受信側で直交検波し、A/D変換し復調した2系列 I, Q の受信情報を、其の上位ビットの硬判定により複数グループへ分割し、其の下位に付加したビットによる軟判定により各グループの信号点を特定して誤り訂正復号し、正しい受信データを得る符号化変調信号の復号器に関し、受信データのグループの信号点の軟判定復号用に付加する下位ビットの数を少くし、回路規模の小さな符号化変調信号の復号器の実現を目的とする。

【構成】 従来の符号化変調信号の復号器の受信入力に並列に、I、Qの受信データ x, y と一定値との加減算を行うことにより、該受信データから受信点のデータに最も近いグループの信号点を特定する信号点判定情報 X, Y を取り出す抽出部(1)を設けるように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信データに冗長ビットを付加し誤り訂正符号化し互に直交する I 軸と Q 軸の二次元平面上で正格子状に一定数の信号点が配置される多値変調信号とした送信信号を、受信側で直交検波し A/D 変換し復調した 2 系列のデジタルの受信情報を、其の受信データの上位ビットの硬判定により自集合内の信号点間の距離が最大となる 4 つの集合にグルーピングして誤り訂正復号する復号部(10)と其の上位ビットの下位に付加した下位ビットによる軟判定で各集合内の信号点を、受信データに必要な遅延(20)を与えて特定する非符号化ビットの判定部(30)とからなり正しい受信データを得る符号化変調信号の復号器において、其の受信入力に並列に、受信データと一定値との加減算を行うことにより、受信データから受信点に最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を取り出す抽出部(1) を設けたことを特徴とする符号化変調信号の復号器。

【請求項 2】 前記の抽出部(1) が、受信情報を 4 つの集合に分割した各グループの互に直交位相の I チャンネルと Q チャンネルの受信データを比較して、受信データと一定値との加減算を行うことにより、受信データから受信点のデータに最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を取り出すことを特徴とする請求項 1 記載の符号化変調信号の復号器。

【請求項 3】 前記の抽出部(1) が、受信情報を 4 つの集合に分割した各グループの各信号点が持つ I チャンネルと Q チャンネルの 2 次元座標を回転する演算を受信データに対して施し、該 I チャンネルと Q チャンネルの受信データの比較によって選択された一方の受信データと一定値との加減算を行うことにより、該受信データから受信点のデータに最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を取り出すことを特徴とする請求項 1 記載の符号化変調信号の復号器。

【請求項 4】 前記の抽出部(1) が、受信情報を 4 つの集合に分割した各グループの信号点が持つ I チャンネルと Q チャンネルの 2 次元座標を回転する演算を受信データに対して施し、受信データとの距離が最小となる事を示す周囲領域の境界線と平行な直交座標と該受信データの直交座標との相関によって選択された一方の受信データと一定値との加減算を行うことにより、受信データから受信点のデータに最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を取り出すことを特徴とする請求項 1 記載の符号化変調信号の復号器。

【請求項 5】 送信データに冗長ビットを付加し誤り訂正符号化し多値変調信号とし互に直交する I 軸と Q 軸の二次元平面上で正格子状に一定数の信号点が配置された送信信号を、受信側で直交検波し A/D 変換し復調した 2 系列のデジタルの受信情報を、其の上位ビットの硬判定により自集合内の信号点間の距離が最大となる 2 つの集合にグルーピングして誤り訂正復号する復号部(10)

と其の下位ビットにより軟判定される各集合の複数の信号点を、受信データに必要な遅延(20)を与えて特定する非符号化ビットの判定部(30)とからなり、正しい受信データを得る符号化変調信号の復号器において、其の受信入力に並列に、受信データから受信点に最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を、I チャンネルと Q チャンネルの受信データの比較により選択された一方の受信データと一定値との加減算を行うことにより、取り出す抽出部(1) を具えたことを特徴とする符号化変調信号の復号器。

【請求項 6】 前記の抽出部(1) が、受信情報を 2 つの集合に分割した各グループの各信号点が持つ受信データとの距離が最小となる事を示す周囲領域の境界線と平行な直交座標に変換する演算を受信データに対して施すことにより、受信点のデータに最も近いグループの信号点を特定する信号点判定情報を、受信データから取り出すことを特徴とする請求項 5 記載の符号化変調信号の復号器。

【請求項 7】 前記の抽出部(1) が、受信情報を 2 つの集合に分割した各グループの各信号点が持つ受信データとの距離が最小となる事を示す周囲領域の境界線と平行な直交座標と該受信データの直交座標との相関によって選択された一方の受信データと一定値との加減算を行うことにより、受信点のデータに最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を、受信データから取り出すことを特徴とする請求項 5 記載の符号化変調信号の復号器。

【請求項 8】 送信データに冗長ビットを付加し誤り訂正符号化し互に直交する I 軸と Q 軸の二次元平面上で正格子状に一定数の信号点が配置され多値変調信号とした送信信号を、受信側で直交検波し A/D 変換し復調した 2 系列のデジタルの受信情報を、其の上位ビットの硬判定により自集合内の信号点の間の距離が最大となる 8 つの集合にグルーピングして誤り訂正復号する復号部(10)と、其の下位ビットにより軟判定される各集合の複数の信号点を、受信データに必要な遅延(20)を与えて特定する非符号化ビットの判定部(30)とからなり、正しい受信データを得る符号化変調信号の復号器において、其の受信入力に並列に、受信データから、受信点に最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を、I チャンネルと Q チャンネルの受信データの比較により選択された一方の受信データと一定値との加減算を行うことにより、取り出す抽出部(1) を具えたことを特徴とする符号化変調信号の復号器。

【請求項 9】 前記の抽出部(1) が、受信情報を 8 つの集合に分割した各グループの各信号点が持つ受信データとの距離が最小となる事を示す周囲領域の境界線と平行な直交座標に変換する演算を受信データに対して施して、受信点に最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を、受信データから取り出すことを特徴と

する請求項8記載の符号化変調信号の復号器。

【請求項10】 前記の抽出部(1)が、受信情報を8つの集合に分割した各グループの各信号点が持つ受信データとの距離が最小となる事を示す周囲領域の境界線と平行な直交座標と該受信データの直交座標との相関により選択された一方の受信データと一定値との加減算を行うことにより、受信点に最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を、受信データから取り出すことを特徴とする請求項8記載の符号化変調信号の復号器。

【請求項11】 送信データに冗長ビットを付加し誤り訂正符号化し、互に直交するI軸とQ軸の二次元平面上で正方格子状に一定数の信号点が配置される多値変調した送信信号を、受信側で直交検波しA/D変換し復調したデジタルの受信情報を、其の上位ビットの硬判定により自集合内の信号点間の距離が最大となる16の集合にグルーピングして誤り訂正復号する復号部(10)と、其の下位ビットにより軟判定される各集合の信号点を、受信データに必要な遅延(20)を与えて特定する非符号化ビットの判定部(30)とからなり、正しい受信データを得る符号化変調信号の復号器において、其の受信入力に並列に、受信データから受信点に最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を、IチャネルとQチャネルの受信データの比較により選択された一方の受信データと一定値との加減算を行うことにより、取り出す抽出部(1)を具えたことを特徴とする符号化変調信号の復号器。

【請求項12】 前記の抽出部(1)が、受信情報を16の集合に分割した各グループのIチャネルとQチャネルの受信データの比較により選択された一方の受信データと一定値との加減算を行うことにより、受信点に最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を、受信データから取り出すことを特徴とする請求項11記載の符号化変調信号の復号器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、送信側で送信データに冗長ビットを付加し誤り訂正符号化し、多値変調の例えば64値QAM変調信号とした送信信号を、受信側で直交検波しA/D変換し復調して、所謂IチャネルとQチャネルの2系列のデジタルの受信情報を得るデジタル多重伝送システムに係り、特に其の受信側に使用されて、IチャネルとQチャネルの2系列の受信情報の、例えば上位2ビットの硬判定復号(harddecision decoding)による4つのグループ(A, B, C, D)への分割と、其の下位4ビットにより、軟判定復号(soft decision decoding)されて各グループ毎に16点で全部で64の信号点の間を特定し、其の受信データを誤り訂正復号して正しい受信データを得る符号化変調信号の復号器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】上記の符号化変調信号の復号器の従来例の構成について、詳しく説明する。図22の従来の符号化変調の符号化部と復号部の構成を示すブロック図を参照し、例えば、送信側の5ビットの情報を受信側に送りたい場合に、送信側で5ビットの情報の1ビットの冗長ビットを付加して誤り訂正符号化し6ビットとし、この6ビット情報を送信し、受信側で誤り訂正復号して、5ビットの情報を得る場合の構成を示す。

【0003】6ビット(64値)の送信信号点は、互に直交するi軸とq軸の2次元平面上で、図23に示す様に、正方格子状の64点に配置する。この信号平面上の64個の信号点は、縦軸iと横軸qを夫々3ビットで示す事ができる。この64個の信号点を、自集合内の信号点の間の距離が大きくなる様に、例えば4つの集合に分割する。この分割した4つのグループをA, B, C, Dで表したものを、図24に示す。

【0004】以下に、図22のブロック図を参照し、送信側の符号化部と、受信側の復号部の動作を説明する。

(1) 送信側

①まず、5ビットの送信データの内、1ビットを取り出し、該1ビットに1ビットの冗長ビットを付加し2ビットの誤り訂正符号とする符号化をする。

【0005】②この2ビットの誤り訂正符号を用いて、図24に示す様に、64個の信号点の4グループA, B, C, Dを決め、上記の符号化に使用していない残り4ビットにより、送信したい各グループ16信号点A₀~A₁₅, B₀~B₁₅, C₀~C₁₅, D₀~D₁₅を決める。

【0006】③送信する信号点を、図23に示す様に、2次元平面上の横軸iと縦軸qの値をそれぞれ3ビットで表し、変調部に送り直交変調して受信側へ送信する。

(2) 受信側

送信側から送信された送信信号の信号点は、受信側で受信した受信信号では、途中の伝播路の雑音により、本来の信号点の位置から外れる。受信側で、この信号点の位置ズレを検出する為に、復調部で受信信号をA/D変換し復調する時に、各信号点の間の位置を表す2ビットを、グループを表す上位ビットの下位に図25の様に付加する。この様に、受信信号の信号点と信号点の間の細かい位置を表すビットを、受信信号の上位ビットの下位に付加して復号する復号を、軟判定復号という。

【0007】①受信信号の復号は、実際に受信した受信点と各グループの定められた信号点との最小距離の位置を求めて誤り訂正復号し、送信されたグループを特定する。

②この特定されたグループの信号点の中から、受信点に最も近い信号点を、送信された信号点として、其の信号点に写像されたデータを受信データとする。この様にして、5ビットの正しい受信データを外部へ出力している。

【0008】そして、復調部で受信信号をA/D変換して

5

信号点のデータを得る際の、しきい値を0とする事により、復調部の調整が容易になるという理由から、A/D変換器の出力を利用し、其の上位ビットに付加するビット（軟判定ビット）は、信号点のしきい値で0となる様になる。そのため、各グループの信号点を表すビット（硬判定ビット）は、図26の様に、信号点を取り囲む様になる。ここで、硬判定ビットを下位2ビットの軟判定ビットによって、4つの領域に区切る。受信データが（01010, 01011）の時、硬判定ビット（受信点を表す上位3ビット010, 010）が示す領域で、軟判定ビット（下位2ビット10, 11）は領域①を示しており、この場合、誤り訂正されグループCが特定された時は、受信点に最も近い信号点はCsとなるが、仮に軟判定ビットが領域③を示すと仮定すれば、受信点に最も近い信号点はCiとなる。この事により、受信点に最も近いグループ内の信号点を選択する為には、軟判定ビットを含めた受信点を表す全ビットを必要としていた。

【0009】この様に、復号における処理量が膨大であったり、誤り訂正復号の為に過去の受信データまで遡って復号する場合は、復号結果を得るには、受信データに対し数シンボルの遅延を伴う。従って、受信したI, Qチャネルの受信データを其の時間だけ遅延させなければならない。

【0010】図22の受信側の回路は、この従来の符号化変調信号の復号器の構成を示し、復号部10Aと遅延部20Aと非符号化ビットの判定部30Aにより構成される。復号部10Aは、復調部から入力される2系列I, Qのデジタルの受信情報x, yの例えば64値の6ビットであり、誤り訂正復号されて5ビットとなる受信データx, yの上位2ビットの0/1により、送信側で誤り訂正に最適な様に冗長ビットが付加され符号化された4つの情報系列（グループA, B, C, D）の推定を行い、非符号化ビットの判定部30Aが其の下位4ビットにより、各グループ毎に16個の信号点を判定する軟判定復号を行う。遅延部20Aは、受信情報x, yを集合分割した4つの情報系列A, B, C, Dの各情報系列の復号に伴って要した時間だけ、入力されるデジタルの受信情報x, yを遅延させ、非符号化ビットの判定部30Aでの軟判定を受信データに同期して行えるようにする。非符号化ビットの判定部30Aは、復号部10Aにて受信情報の上位2ビットにより推定された4グループA, B, C, Dの各グループ16個の信号点A₀ ~ A₁₅ - D₀ ~ D₁₅の判定を、其の下位4ビットにより行い、受信した送信信号点に最も近い情報系列を受信データから導き出した後、其の最も近い情報系列の誤りを訂正し、出力として正しい受信データを得る。この従来の符号化変調信号の復号器では、受信情報x, yを4グループA, B, C, Dにグルーピングする集合分割に関与する上位2ビットの下位の、集合分割には関与しない4ビットの非符号化ビットの判定部30Aでの特定は、復号部10Aの出力の4グループ分割の誤り訂正復号

6

結果と、受信情報のI, Qの受信データx, yとを用いて行うが、復号部10Aにて受信データのグループ分割の誤り訂正復号結果を得るには、多数の冗長化された過去の受信データから統計的に所要の受信系列を選出する（例えばビタビ・アルゴリズムによる）ために相当の時間を伴うし、其の結果として、非符号化ビットの判定部30Aにおける非符号化ビットの下位4ビットの判定を受信データx, yを基にして行う為には、該受信データx, yを相当時間だけ遅延させなければならない。なお、符号化変調信号の復号器にて、入力される5ビットの受信情報x, yの下位4ビットにより、各グループの信号点の軟判定を行う為に、前段の復調部にて上位2ビットに付加する下位4ビットの軟判定情報は、周辺回路により其の処理を行う都合上、各受信信号点を取り囲む様に付加する場合が多い。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来の復号器の技術は、受信データの上位ビットの下位に軟判定ビットを付加することにより、受信点と該受信点に最も近いグループの信号点との間の距離が判り、軟判定ビットを多く付加することにより、より細かな距離が判り、復号の際に誤り訂正能力が増大する方向に行くが、上記の復号の為に受信データを遅延させる必要があるという理由により、各グループ内の信号点を特定するために、受信データを必要な時間だけ遅延させる遅延部におけるビット幅（遅延素子の数）が拡がり、回路規模の増加を招くという問題があった。本発明の目的は、受信データのグルーピングに関与する上位ビットに付加してグループの信号点を特定する軟判定ビットのビット数が少なく、全体の回路規模が小さくて、受信点と信号点との間の細かな距離が判り、誤り訂正復号能力のある符号化変調信号の復号器を実現することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】この目的達成のための本発明の符号化変調信号の復号器の基本概念は、誤り訂正符号により特定されたグループの信号点のうち、受信点に最も近い信号点を求める為に、予め受信点に最も近い各グループの信号点を求め、受信したI, Qチャネルの受信データx, yの情報量よりも少ない情報で、受信データx, yが示す受信点の位置に最も近い各グループの信号点を表し、これを復号するのに必要な時間だけ遅延させる様に構成する。また、一般に其の受信データは、其の上位ビットで受信領域の広範囲のグループを示し、下位ビットで上位ビットが示す領域内の各信号点を特定する性質があることに着目し、先ず、下位ビットが如何なる値でも、上位ビットの示す広範囲な領域で、受信データのデータに最も近い信号点を各グループに1つずつ見付けて抽出し、非符号化ビット判定部30Aで軟判定復号される受信信号点の特定に使用する為に、受信データに対して必要な遅延時間を付与する遅延部20Aのビット幅が広くな

らないように構成する。即ち、図1の本発明の請求項1の原理的な構成図を参照し、送信側で送信データに冗長ビットを付加し誤り訂正符号化し、互に直交するI軸とQ軸の二次元平面上で正方格子状に一定数の信号点が配置された多値変調信号の送信信号を、受信側で直交検波しA/D変換して復調した2系列I,Qのデジタルの受信情報x,yを、其の上位ビットの硬判定により2の整数倍の4つの集合にグルーピングし、其の下位ビットによる軟判定で各グループの一定数の信号点を特定した後に誤り訂正復号し、正しい受信データを得る符号化変調信号の復号器において、其の受信入力に並列に、受信データx,yと一定値との加減算を行うことにより、受信データx,yを別データX,Yに変換し、該変換出力データX,Yにより、受信データのデータx,yに最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を取り出す抽出部(1)を設ける構成とする。

【0013】

【作用】本発明の請求項1の基本構成(図1)では、符号部10、遅延部20、非符号化ビットの判定部30から成る従来の符号化変調信号の復号器の受信入力に並列に新設した抽出部(1)が、入力の受信データx,yから所要の出力データX,Yを抽出し変換して、其の変換出力X,Yにより、非符号化ビットの判定部30にて、受信データx,yの下位ビットが如何なる値であっても、其の上位ビットが示す例えば4つの広範囲の領域(A,B,C,D)で受信データx,yに最も近い領域の1つの信号点(A₀~A₁₅—D₀~D₁₅の何れか)を特定する。そして抽出部(1)が、入力の受信データx,yから所要の出力データX,Yを抽出するには余り時間を要しないので、非符号化ビットの判定部30が、其の入力X,Yにより、各領域の1つの信号点を特定するのに必要として遅延部20が入力X,Yに付与しなければならない遅延時間も少なくて済むことになる。従って、本発明の符号化変調信号の復号器の回路全体の規模は小さくなり、従来の符号化変調信号の復号器の遅延部20Aのビット幅が広くて、回路規模が大きくなるという問題は解決されることになる。

【0014】

【実施例】図3は、図2と共に、図1の本発明の請求項1に対応する実施例1の符号化変調信号の復号器の説明図である。この復号器の入力の受信情報x,yは、一般に送信側で、2値0/1の送信データに、誤り訂正符号化の一種である畳込み符号化器等を用いて冗長ビットが付加され、多値の直交振幅変調QAMの64値QAM変調信号とし、互に直交するI軸とQ軸で形成する二次元平面上で正方格子状の64個の送信信号点が、誤り検出訂正に最適な様に配置されて各符号語間の距離が最大となった送信信号であり、受信側で受信され、直交検波され、A/D変換されて復調されたIチャンネルとQチャンネルの各6ビットの2系列のデジタルの受信データであり、誤り訂正復号後に各5ビットの出力の受信データとなる入力の受

信データx,yである。そして此の復号器は、誤り訂正復号後に各5ビットデータとなる入力の受信データx,yを、其の上位2ビットの硬判定による集合分割によって4グループA~Dに分割し、其の下位ビットにより各グループ毎に16個の信号点A₀~A₁₅—D₀~D₁₅を特定して4値の軟判定復号を行うものである。図2は、図1の入力の受信情報であるIチャンネルとQチャンネルの受信データx,yを、各5ビットx₄~x₀,y₄~y₀で表した時に、各集合内の信号点の間の距離が最大となる様に受信情報を分割する集合分割により、4つに分けられたグループA~Dの各グループで4値に軟判定復号される各16個の信号点A₀~A₁₅—D₀~D₁₅の配置を示す。この図3の実施例では、請求項1の抽出部(1)として、図2の入力の受信データx,yから一定値2を差し引き、変換出力X,Yとする減算回路を使用している。そして受信データx,yに最も近い各グループの信号点を特定する信号点判定情報を、其の変換出力X,Yの上位3ビットX₄X₃X₂,Y₄Y₃Y₂とされている。

【0015】X,Yと4グループA~Dの各グループ16個で全部で64個の信号点配置A₀~A₁₅—D₀~D₁₅の関係を図3に示す。そして、図2と図3の中に、受信データx,yが(10101,01110)である時の上位3ビット(10100,01100)が示す領域を太線で囲んで示す。図2における、受信データx,yの上位3ビットは、グループBの信号点B₆を含む領域を示しているだけであり、復号部10で誤りであると判定されてグループCの信号点C₇が復号された場合、非符号化ビットの判定部30にて、上位3ビットの情報だけでは、x,yに最も近いグループCの信号点C₆を特定することが出来ない。この場合、信号点C₆であるが、仮にx,yの下位2ビットが11,10だとすると信号点C₆はC₇となる。そこで上位3ビットが示す領域を変換して正しい信号点C₆を得る為に、抽出部(1)で、受信データx,yから一定値2の減算を行いX,Yを求める。すると抽出部(1)の出力X,Yは(10011,01100)となり、図3においてX,Yの上位3ビットが示す領域は、各グループ1つずつの信号点A₁₀,B₆,C₆,D₁₀に囲れている。その為、下位2ビットが如何なる値であっても、受信データx,yの上位3ビットが示すグループ以外のグループが送信信号点のグループと判定された場合に、X,Yの上位3ビットにより、受信データに最も近い復号された信号点を特定することが出来る。

【0016】図4は、図2と共に、本発明の請求項2に対応する実施例2の符号化変調信号の復号器の説明図である。この実施例2では、本発明の抽出部(1)として、I側とQ側の受信データx,yの各5ビットx₄~x₀,y₄~y₀の下位第2ビットx₁,y₁により、I側とQ側の受信データx,yから一定値4(図21の表1)を差し引く減算回路を使用する。そして受信データx,yに最も近い信号点を特定する信号点判定情報を、表1の変換出力X,Yの上

位 3 ビット $X_4 X_3 X_2$, $Y_4 Y_3 Y_2$ とする。

【0 0 1 7】出力 X, Y の上位 3 ビット $X_4 X_3 X_2$, $Y_4 Y_3 Y_2$ と、4 グループの信号点配置 $A_0 \sim A_{15} - D_0 \sim D_{15}$ の関係を図 2-3 に示す。図 2 と図 4 の中に、受信データ x, y が、(1 0 1 0 1, 0 1 1 1 0) である時の上位 3 ビット (1 0 1 0 0, 0 1 1 0 0) が示す領域を太線で囲んで示す。図 2 において、其の受信データ x, y の上位 3 ビットは、グループ B の信号点 B_6 を含む領域を示しているだけであり、復号部 10 で誤りであると判定されてグループ C の信号点 C_7 が復号された場合、上位 3 ビットの情報だけでは、 x, y に最も近いグループ C の信号点 C_6 を特定することは出来ない。この場合、信号点 C_6 であるが、仮に x, y の下位 2 ビットがそれぞれ 1 1, 0 1 だとすると信号点 C_6 は C_7 となる。そこで上位 3 ビットが示す領域を変換して正しい信号点 C_6 を得る為に、表 1 に従って X, Y を求める。すると X, Y の上位 3 ビット $X_4 X_3 X_2$, $Y_4 Y_3 Y_2$ は (1 0 0, 0 1 1) となり、図 4 において上位 3 ビットが示す領域は各グループ 1 つずつの信号点 A_{10}, B_6, C_6, D_{10} に囲まれている。その為、受信データ x, y の下位 2 ビットが如何なる値であっても、其の上位 3 ビットが示すグループ以外のグループが送信信号点のグループと判定された場合に、 X, Y の上位 3 ビットにより、受信データに最も近い復号された信号点を特定することが出来る。

【0 0 1 8】図 6 は、図 2、図 5 と共に、本発明の請求項 3、4 に対応する実施例 3、4 の符号化変調信号の復号器の説明図である。この実施例 3 では、抽出部 (1) として、入力 I 側と Q 側の受信データ x, y を出力 X, Y とする為の、図 21 の式 1 ($X = x - y + 30$, $Y = x + y - 2$) の算術回路と、出力 X, Y の下位 2 ビットが示す領域区分情報 ①～④ (図 5) を生成するために、図示しないが、 $x \geq y$ の比較を行う比較器 1 と ($4 - x$) $\geq y$ の比較を行う比較器 2 および X_2, Y_2 の排他的論理和 EX-OR が 1 の時に比較器 1 の結果と比較器 2 により判定した図 5 に示す領域区分情報 ①～④により、 x, y の片方のデータに 4 を加減算する (図 21 の表 2) 回路を使用する。そして、受信データに最も近い信号点を特定する信号点判定情報を、表 2 に示す変換出力 X, Y の上位 4 ビット $X_4 X_3 X_2 X_1$, $Y_4 Y_3 Y_2 Y_1$ とする。図 2 において、受信データ x, y の上位 3 ビット (1 0 1 0 0, 0 1 1 0 0) は、グループ B の信号点 B_6 を含む領域を示しているだけであり、復号部 10 で誤りであると判定されてグループ C の信号点 C_7 が復号された場合、上位 3 ビットの情報だけでは、 x, y に最も近いグループ C の信号点 C_6 を特定することは出来ない。そこで、式 1 を用いて入力 I の受信データ x, y を出力 X, Y に変換する。変換後の出力 X, Y と 4 グループの信号点配置 $A_0 \sim A_{15} - D_0 \sim D_{15}$ の関係を図 6 に示す。然し、この変換を行っただけでは不十分である。図 6 信号点配置において、 X_2 と Y_2 の排他的論理和 EX-OR が 0 の時は、上位 4 ビット $X_4 X_3 X_2 X_1$, $Y_4 Y_3 Y_2 Y_1$ が示す領域は、各グループ 1 つずつ信号点

に囲まれているため、上位 4 ビットの情報により、受信データに最も近くて復号部 10 で復号されたグループの信号点を特定することが出来る。上記 X_2, Y_2 の排他的論理和 EX-OR が 1 の時は、上位 4 ビットの情報だけでは誤りだと判定された場合、受信データに最も近い復号されたグループの信号点を特定することが出来ない。例えば、 X, Y が (1 0 0 0 1 0, 1 0 0 1 0 1) の時、受信データに最も近い各グループの信号点は、 A_{10}, B_6, C_6, D_{10} である。仮に X, Y の下位 2 ビットがそれぞれ 1 1, 1 0 であった場合、受信データに最も近い信号点は A_{11}, B_6, C_7, D_{10} となる。そこで X, Y の上位 4 ビットが示す領域を、受信データに最も近い信号点の領域に変換するために、比較器 1, 比較器 2 を用いて下位 2 ビットが示す領域区分 ①～④を判定し、表 2 に基いて、 X, Y の修正を行う。図 5 における X, Y の下位 2 ビット 1 0, 0 1 が示す領域区分情報は ③となる。その結果、 X, Y の上位 4 ビットは、(1 0 0 0, 1 0 0 0) となり、 A_{10}, B_6, C_6, D_{10} の信号点に取囲まれた領域が、受信データとの距離が最小となる領域の境界線と平行な直交座標に囲まれた領域として選出されることを示している。以上の方法により、 X, Y の上位 4 ビットの情報により、受信データに最も近い復号されたグループの信号点を特定することが出来ることになる。

【0 0 1 9】図 7 は、図 2、図 5、図 6 と共に、本発明の請求項 4 に対応する実施例 4 の符号化変調信号の復号器の説明図である。この実施例 4 では、本発明の抽出部 (1) として、受信データ x, y を出力 X, Y とする為の、前記の式 1 ($X = x - y + 30$, $Y = x + y - 2$) の算術回路と、受信データ x, y の下位 2 ビット x_1, y_1 により求めた図 5 の対応する領域区分 ①～④により、受信データ x, y の片方に 4 を加減算する (図 21 の表 2) 回路を使用する。そして受信データ x, y に最も近い信号点を特定する信号点判定情報を、図 21 の表 2 の出力 X, Y の上位 4 ビット $X_4 X_3 X_2 X_1$, $Y_4 Y_3 Y_2 Y_1$ とする。図 2 における上位 3 ビットは、前述の如く、信号点を取り囲んだ領域だけを示しているため、誤りが生じた場合、復号されたグループの信号点を特定する事が出来ない。そこで、式 1 を用いて x, y を X, Y に変換する。 X, Y と 4 グループ A～D の信号点配置の関係を図 6 に示す。然し、この変換を行っただけでは不十分である。図 6 の信号点配置において、 X, Y の下位第 3 ビットの X_2 と Y_2 の排他的論理和が 0 の時は、上位 4 ビットが示す領域は各グループの信号点に囲まれているので、上位 4 ビットの情報により、受信データに最も近い復号部 10 で復号されたグループの信号点を特定することが出来る。上記の排他的論理和が 1 の時は、上位 4 ビットの情報だけでは誤りだと判定された場合、受信データに最も近い復号されたグループの信号点を特定することが出来ない。例えば受信データ x, y が (1 0 0 0 1, 0 1 1 0 1) の時、 X, Y は (1 0 0 0 1 0, 0 1 1 1 0 0) となり、受信データに最も近い各グループの信号点は

A₆, B₅, C₆, D₅ である。仮に X, Y の下位 2 ビットがそれぞれ 1 1, 1 0 であった場合、受信データに最も近い各グループの信号点は A₆, B₆, C₆, D₆ となる。そこで X, Y の上位 4 ビットが示す領域を、受信データに最も近い信号点に取り囲まれた領域に変換する為に、下位 2 ビット x₁, y₁ により X, Y の下位 2 ビットが示す領域区分①～④を判定し、表 2 に基づき X, Y の修正を行う。x, y と X, Y 及び信号点配置の関係を図 7 に示す。図 7 において、x₁, y₁ は太線で示された領域を示し、X, Y の下位 2 ビットが領域区分③を示しているのに相当する。修正の結果、X, Y の上位 4 ビットは (1 0 0 0, 0 1 1 0) となり、A₆, B₅, C₆, D₅ の信号点に取り囲まれた領域が、受信データとの距離が最小となる領域の境界線と平行な直交座標と受信データの直交座標との相関により選択された領域であることを示している。以上の方法により、X, Y の上位 4 ビットの情報で、受信データに最も近い復号されたグループの信号点を特定することが出来る。

【0 0 2 0】図 8 は、図 5, 図 9, 図 1 0 と共に、本発明の請求項 5, 6 の実施例 5 の符号化変調信号の復号器の説明図である。この実施例 5 の復号器は、送信側で誤り訂正符号化され、64 値の多値変調信号となり、直交する I 軸と Q 軸で形成する位相平面上で正方格子状に 64 個の信号点が配置された送信信号が、受信側で受信され直交検波され A/D 変換されて復調された 1 チャネルと Q チャネルの受信データであって誤り訂正復号後に各 5 ビットデータとなる受信情報 x, y を入力し、其の上位ビットの硬判定による集合分割によって A, B の 2 グループに分割され、其の各下位ビットにより各グループ 32 個の信号点 A₀～A₃₁, B₀～B₃₁ を特定して、4 値の軟判定復号を行う復号器である。1 チャネルと Q チャネルの受信データ x, y と 2 グループ A, B の各信号点配置の関係が図 8 に示されている。この実施例では、本発明の抽出部 (1) として、受信データ x, y の下位 2 ビットが示す X, Y の領域区分情報 (図 5) を生成するために、図示しないが、 $x \geq y$ の比較を行う比較器 1 と、 $(4-x) \geq y$ の比較を行う比較器 2 および比較器 1 の結果と比較器 2 により判定した図 5 における領域区分情報①～④により、受信データ x, y の片方から値 2 を減算する (図 21 の表 3) 減算回路を使用する。そして信号点判定情報を、表 3 に示す X, Y の上位 3 ビット及び減算を行ったデータを把握するための情報とする。受信データ x から値 2 を減算した時の変換出力 X, Y とグループ A, B の信号点配置の関係を図 9 に示し、受信データ y から値 2 を減算した時の変換出力 X, Y とグループ A, B の信号点配置の関係を図 1 0 に示す。そして図 8 の中に、受信データ x, y が (1 0 1 0 1, 0 1 1 1 0) である時の上位 3 ビットが示す領域を太線で囲み示している。x, y の上位 3 ビットはグループ A の信号点 A₁₄ を含む領域を示しているだけであり、復号部で誤りであると判定されグループ B が復号された場合、上位 3 ビットの情報だけでは x, y

に最も近いグループ B の信号点 B₁₄ を特定することが出来ない。この場合の信号点 B₁₄ であるが、仮に x, y の下位 2 ビットがそれぞれ 1 0, 0 1 だとすると、信号点 B₁₄ は B₁₀ となる。そこで上位 3 ビットが示す領域を変換する。図 5 において x, y の下位 2 ビット 0 1, 1 0 は領域区分②を示しており、表 3 に従って x から値 2 を減算する。すると X, Y は (1 0 0 1 1, 0 1 1 1 0) となり、図 9 において、上位 3 ビットが示す領域は x, y に最も近い A₁₄ と B₁₄ の信号点に挟まれた領域になる。その為、受信データ x, y の上位 3 ビットが示すグループ以外のグループが、送信信号点のグループと判定された場合に、下位 2 ビットが如何なる値であっても、X, Y の上位 3 ビットにより、受信データに最も近い復号された信号点を特定することが出来る。図 1 1 は、図 8, 図 1 0 と共に、本発明の請求項 6 の実施例 6 の符号化変調信号の復号器の説明図である。この実施例 6 の復号器では、本発明の抽出部 (1) として、受信データ x, y を図 21 の式 2 ($X = x - y + 32$, $Y = x + y$) により X, Y とするための算術回路を使用し、信号点判定情報を X, Y の上位 3 ビットとする。X, Y と 2 グループ A, B の信号点配置の関係を図 1 1 に示す。図 8 と図 1 1 の中に、受信データ x, y が (1 0 1 0 1, 0 1 1 1 0) である時の下位 2 ビットを除いた上位 3 ビットが示す領域を太線で示している。図 1 0 において、x, y の上位 3 ビットは、グループ A の信号点 A₁₄ を含む領域を示しているだけであり、復号部で誤りであると判定されグループ B が復号された場合、上位 3 ビットの情報だけでは x, y に最も近いグループ B の信号点 B₁₄ を割り出すことが出来ない。この場合、信号点 B₁₄ であるが、仮に下位 2 ビットの x, y がそれぞれ 1 0, 0 1 だとすると、信号点 B₁₄ は B₁₀ となる。そこで上位 3 ビットが示す領域を変換するために、式 2 により X, Y を求める。図 1 1 において、x, y の下位 2 ビットが示す領域は、信号点の A₁₄ と B₁₄ とに挟まれた領域であり、受信データとの距離が最小となる領域の境界線と平行な直交座標に囲まれた領域となる。そのため、受信データ x, y の上位 3 ビットが示すグループ以外のグループが、送信信号点のグループと判定された場合に、下位 2 ビットが如何なる値であっても、X, Y の上位 3 ビットにより、受信データに最も近い復号された信号点を特定することが出来る。

【0 0 2 1】図 1 2 は、図 8, 図 9, 図 1 0 と共に、本発明の請求項 7 の実施例 7 の符号化変調信号の復号器の説明図である。この実施例 7 の復号器では、本発明の抽出部 (1) として、受信データ x, y を図 3 の式 2 ($X = x - y + 32$, $Y = x + y$) により X, Y とするための算術回路と、X, Y の下位 2 ビットを用いて図 5 に示す領域区分を判定し、受信データ x, y の片方から値 2 を減算する (図 21 の表 3) 減算回路とを使用する。そして、信号点判定情報を、表 3 により変換したデータの上位 3 ビット及び減算を行ったデータを把握するための情報とする。

13

【0022】受信データ x から2を減算した時の X, Y と2グループA, Bの信号点配置の関係を図9に示し、受信データ y から2を減算した時の X, Y とグループA, Bの信号点配置の関係を図10に示す。そして図8の中に、受信データ x, y が (10101, 01110) である時の上位3ビットが示す領域を太線で示している。図8において x, y の上位3ビットはグループAの信号点 A_{14} を含む領域を示しているだけであり、復号部で誤りであると判定されグループBが復号された場合、上位3ビットの情報だけでは x, y に最も近いグループBの信号点 B_{14} を特定することが出来ない。この場合の信号点 B_{14} であるが、仮に下位2ビットの x, y が10, 01だとすると、信号点 B_{14} は B_{10} となる。そこで上位3ビットが示す領域を受信データに最も近い信号点に取り囲まれた領域に変換するために、表3に従って変換を行う。 x, y と X, Y 及びグループA, Bの信号点配置の関係を図12に示す。表3に従って x から値2を減算する。すると X, Y は (100111, 100011) となり、 x, y と X, Y の上位4ビットが示す領域をそれぞれ細線と太線とで示し、更に図5における領域区分情報①②③④との対応を示す。その結果、 x, y の下位2ビットが示す領域区分情報は②であると判り、表3に従って x から値2を減算する。すると X, Y は (10011, 01110) となり、図9において、上位3ビットが示す領域は、 x, y に最も近い A_{14} と B_{14} の信号点に挟まれた領域であり、受信データとの距離が最小となる領域の境界線と平行な直交座標と受信データの直交座標との相関により選択された領域である。そのため、受信データ x, y の上位3ビットが示すグループ以外のグループが、送信信号点のグループと判定された場合に、下位2ビットが如何なる値であっても、 X, Y の上位3ビットにより、受信データに最も近い復号された信号点を特定することが出来る。

【0023】図14、図15は、図13、図5と共に、本発明の請求項8、10の実施例8、10の符号化変調信号の復号器の説明図である。この実施例8の復号器は、送信側で誤り訂正符号化され、64値の多値変調信号となり、直交するI軸とQ軸で形成される位相平面上で正方格子状に配置された64個の信号点を持つ送信信号が、受信側で受信され直交検波されA/D変換されて復調されたIチャネルとQチャネルの受信データの x, y であり、誤り訂正復号された後に、各5ビットのデータとなる受信情報を入力し、其の上位3ビットの硬判定による集合分割によってA~Hの8グループに分割し、其の下位2ビットにより、各グループの8個の信号点 $A_0 \sim A_7, B_0 \sim B_7, C_0 \sim C_7, D_0 \sim D_7, E_0 \sim E_7, F_0 \sim F_7, G_0 \sim G_7, H_0 \sim H_7$ を特定して、4値の軟判定復号を行う復号器である。IチャネルとQチャネルの受信データ x, y と8グループA~Hの信号点配置の関係が図13に示されている。この実施例では、本発明の抽出部(1)として、受信データ x, y の下位2ビットが示す領域区分情報(図5)

14

を生成するために、図示しないが、 $x \geq y$ の比較を行う比較器1と $(4-x) \geq y$ の比較を行う比較器2および比較器1の結果と比較器2により図5における領域区分情報を判定し、受信データ x, y の片方から値2を減算する(図21の表3)減算回路を使用する。そして信号点判定情報を、表3に示す X, Y の上位3ビット及び減算を行ったデータを把握するための情報とする。受信データ x から値2を減算した時の X, Y とグループA~Hの信号点配置の関係を図14に示し、受信データ y から値2を減算した時の X, Y とグループA~Hの信号点配置の関係を図15に示す。そして図13の中に、受信データ x, y が (10101, 01110) である時の上位3ビットが示す領域を太線で囲み示している。図13において x, y の上位3ビットはグループHの信号点 H_3 を含む領域を示しているだけであり、復号部で誤りであると判定されグループAが復号された場合、上位3ビットの情報だけでは x, y に最も近いグループAの信号点 A_5 を特定することが出来ない。この場合の信号点は A_5 であるが、仮に下位2ビットの x, y が10, 01だとすると、信号点 A_5 は A_3 となる。そこで上位3ビットが示す領域を、受信データに最も近い信号点に取り囲まれた領域に変換するために、表3に従って変換を行う。 x, y の下位2ビットは、図5における領域区分の②を示しており、 x, y と X, Y 及びグループA~Hの信号点配置の関係を図14に示す。表3に従って x から値2を減算すると、 X, Y は (10011, 01110) となり、図14において、上位3ビットは太線で囲まれた領域を示す。変換の性質から、 x, y は図14において太線で囲まれた領域に存在することが判るため、 x, y に最も近い各グループの信号点 ($A_5, B_5, C_2, D_2, E_3, F_2, G_2, H_2$) を含む極太線で囲まれた領域を特定することが出来る。これらの方法により、受信データ x, y の上位3ビットが示すグループ以外のグループが、送信信号点のグループと判定された場合に、 x, y の下位2ビットが如何なる値であっても、 X, Y の上位3ビットにより、受信データに最も近い復号された信号点を特定することが出来る。

【0024】図16は、図13と共に、本発明の請求項9の実施例9の符号化変調信号の復号器の説明図である。この実施例9の復号器では、抽出部(1)として、受信データ x, y を図21の式2 ($X = x - y + 32, Y = x + y$) により X, Y とする算術回路を使用し、信号点判定情報を、其の X, Y の上位3ビットとする。

【0025】 X, Y と8グループA~Hの各8個の信号点配置の関係を図16に示す。図13と図16に、 x, y が (10101, 01110) である時の下位2ビットを取り除いた上位3ビットが示す領域を太線で示している。図13において x, y の上位3ビットはグループHの信号点 H_3 を含む領域を示しているだけであり、復号部で誤りであると判定されグループAが復号された場合、上位3ビットの情報だけでは x, y に最も近いグループ

15

Aの信号点 A_5 を特定することが出来ない。この場合の信号点 A_5 であるが、仮に下位2ビットの x, y が10, 01だとすると、信号点 A_5 は A_3 となる。そこで上位3ビットが示す領域を受信データに最も近い信号点に取り囲まれた領域に変換するために、式2により、 X, Y を求める。図16において、 X, Y の上位4ビットが示す領域に x, y が存在するため、 x, y に最も近い各グループの信号点($A_5, B_5, C_2, D_2, E_3, F_2, G_2, H_2$)を含む太線で囲まれた領域を、受信データとの距離が最小となる領域の境界線と平行な直交座標に囲まれた領域として特定することが出来る。これらの方法により、受信データ x, y の上位3ビットが示すグループ以外のグループが、送信信号点のグループと判定された場合に、 x, y の下位2ビットが如何なる値であっても、 X, Y の上位3ビットにより、受信データに最も近い復号された信号点を特定することが出来る。

【0026】図17は、図13、図14、図15と共に、本発明の請求項10の実施例10の符号化変調信号の復号器の説明図である。この実施例10の復号器では、抽出部(1)として、受信データ x, y を式2 ($X = x - y + 3$ 20 $Y = x + y$)により X, Y とする算術回路と、最下位から第3ビットの x_2, y_2 と X_2, Y_2 により図5における領域区分を判定し、片方の受信データ x, y から値2を減算する(表3)減算回路とを使用する。そして信号点判定情報を、其の表3により変換を行ったデータの上位3ビット及び減算を行ったデータを把握するための情報とする。

【0027】受信データ x から値2を減算した時の X, Y と8グループA~Hの信号点配置の関係を図14に示し、受信データ y から値2を減算した時の X, Y と8グループA~Hの信号点配置の関係を図15に示す。そして図13の中に、受信データ x, y が(10101, 01110)である時の上位3ビットが示す領域を太線で示している。図2-12において x, y の上位3ビットはグループHの信号点 H_3 を含む領域を示しているだけであり、復号部で誤りであると判定されグループAが復号された場合、上位3ビットの情報だけでは x, y に最も近いグループAの信号点 A_5 を特定することが出来ない。この場合の信号点 A_5 であるが、仮に下位2ビットの x, y がそれぞれ10, 01だとすると、信号点 A_5 は A_3 となる。そこで上位3ビットが示す領域を受信データに最も近い信号点に取り囲まれた領域に変換する。 x, y と X, Y 及びグループA~Hの信号点配置の関係を図17に示す。 X, Y は(100111, 100011)となり、 x, y と X, Y の下位2ビットを取り除いた上位ビットが示す領域をそれぞれ太線と細線で示し、更に図5における領域区分情報①~④との対応を示す。その結果、 x, y の下位2ビットが示す領域区分情報は②であることが判り、表3に従って x から値2を減算する。すると X, Y は(10011, 01110)となり、図14において、

16

上位3ビットは線で囲まれた領域を示す。変換の性質から、 x, y は図14において線で囲まれた領域に存在することが判るため、 x, y に最も近い各グループの信号点($A_5, B_5, C_2, D_2, E_3, F_2, G_2, H_2$)を含む極太線で囲まれた領域を、受信データとの距離が最小となる領域の境界線と平行な直交座標と受信データの直交座標との相関により選択された領域として特定することが出来る。これらの方法により、受信データ x, y の上位3ビットが示すグループ以外のグループが、送信信号点のグループと判定された場合に、 x, y の下位2ビットが如何なる値であっても、 X, Y の上位3ビットにより、受信データに最も近い復号された信号点を特定することが出来る。

【0028】図18、図19は、本発明の請求項11, 12の実施例11, 12の符号化変調信号の復号器の説明図である。図18に、I側とQ側の受信データを x, y で表した時の受信データと16グループA~Pの各4個の信号点配置の関係を示す。この実施例11の復号器では、本発明の抽出部(1)として、受信データ x, y から値2を差し引き X, Y とする減算回路を使用し、信号点判定情報を、其の X, Y の上位3ビットとする。そして X, Y と信号点配置の関係を図19に示す。図18、図19の中に、 x, y が(10101, 01111)である時の上位3ビットが示す領域を太線で示している。図18において x, y の上位3ビットは、グループNの信号点 N_1 を含む領域を示しているだけであり、復号部で誤りであると判定されグループHが復号された場合、上位3ビットだけでは x, y に最も近いグループHの信号点 H_2 を特定することが出来ない。この場合、信号点 H_2 であるが、仮に下位2ビットの x, y がそれぞれ11, 01だとすると H_2 は H_1 となる。そこで上位3ビットが示す領域を変換するために、値2の減算を行う。図19において、上位3ビットが示す領域は、4グループA, B, M, Nの信号点(A_3, B_3, M_1, N_1)に囲まれている。そして受信信号点は太線で囲まれた領域に存在するため、 x, y に最も近い各グループの信号点($A_3, B_3, C_3, D_2, E_3, F_3, G_3, H_2, I_1, J_1, K_1, L_0, M_1, N_1, O_1, P_0$)を含む極太線で囲まれた領域を特定することが出来る。これらの方法により、受信データ x, y の上位3ビットが示すグループ以外のグループが、送信信号点のグループと判定された場合に、 x, y の下位2ビットが如何なる値であっても、 X, Y の上位3ビットにより、受信データに最も近い復号された信号点を特定することが出来る。

【0029】図20は、図18と共に、本発明の請求項12の実施例12の符号化変調信号の復号器の説明図である。図18に、I側とQ側の受信データを x, y で表した時の受信データと16グループA~Pの各グループ4個の信号点配置の関係を示す。この実施例12の復号器では、抽出部(1)として、受信データ x, y の最下位から第2ビットの x_1, y_1 により、図5における領域区分を判定し、受信データ x, y から値2を減算する(図21の

表 1) 減算回路を使用する。そして信号点判定情報を、其の表 1 により変換を行って X, Y の上位 3 ビットとする。そして図 20 に、X, Y の上位 3 ビットとグループ A ~ P の信号点配置の関係を示す。図 18 と図 20 の中に、受信データ x, y が (10101, 01111) である時の上位 3 ビットが示す領域を太線で示している。図 18 において x, y の上位 3 ビットは、グループ N の信号点 N₁ を含む領域を示しているだけであり、復号部で誤りであると判定されグループ H が復号された場合、上位 3 ビットだけでは x, y に最も近いグループ H の信号点 H₂ を特定することが出来ない。この場合、信号点 H₂ であるが、仮に下位 2 ビットの x, y がそれぞれ 11, 01 だとすると H₂ は H₁ となる。そこで上位 3 ビットが示す領域を変換するために、表 1 により X, Y を求める。図 20 において、上位 3 ビットが示す領域は、4 グループ A, B, M, N の信号点 (A₃, B₃, M₁, N₁) に囲まれている。そして受信信号点は太線で囲まれた領域に存在するため、受信データ x, y に最も近い各グループの信号点 (A₃, B₃, C₃, D₂, E₃, F₃, G₃, H₂, I₁, J₁, K₁, L₀, M₁, N₁, O₁, P₀) を含む極太線で囲まれた領域を特定することが出来る。

【0030】

【発明の効果】以上説明した如く、本発明によれば、入力の受信データ I, Q が例えば各 5 ビットの受信データ x, y の場合、その上位 3 ビットが示すグループ以外のグループが、送信信号点のグループと判定された場合に、受信データ x, y の下位 2 ビットが如何なる値であっても、抽出部の出力 X, Y の上位 3 ビットにより、受信データに最も近い復号されたグループの信号点を特定することが出来るので、受信情報を集合分割した各グループの信号点を軟判定復号する為に上位ビットに付加する下位ビットの数は、I, Q 各々が 1 ビットで済むことになり、信号点判定情報の遅延部のビット幅が減少すると共に、符号化変調信号の復号器の回路全体の規模を縮小する効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の請求項 1 の符号化変調信号の復号器の基本構成を示す原理図

【図 2】 本発明の請求項 1 ~ 4 の実施例の動作を説明する為の比較図

【図 3】 本発明の請求項 1 の実施例 1 の動作の説明図

【図 4】 本発明の請求項 2 の実施例 2 の動作の説明図

【図 5】 本発明の請求項 3 ~ 12 の各実施例の動作の

領域区分の図

【図 6】 本発明の請求項 3, 4 の実施例 3, 4 の動作の説明図

【図 7】 本発明の請求項 4 の実施例 4 の動作の説明図

【図 8】 本発明の請求項 5, 6 の実施例の動作を説明する為の比較図

【図 9】 本発明の請求項 5, 7 の実施例 5, 7 の動作の説明図

10 【図 10】 本発明の請求項 6, 7 の実施例 6, 7 の動作の説明図

【図 11】 本発明の請求項 6 の実施例 6 の動作の説明図

【図 12】 本発明の請求項 7 の実施例 7 の動作の説明図

【図 13】 本発明の請求項 8 ~ 10 の実施例の動作を説明する為の比較図

【図 14】 本発明の請求項 8, 10 の実施例 8, 10 の動作の説明図

20 【図 15】 本発明の請求項 8, 10 の実施例 8, 10 の動作の説明図

【図 16】 本発明の請求項 9 の実施例 9 の動作の説明図

【図 17】 本発明の請求項 10 の実施例 10 の動作の説明図

【図 18】 本発明の請求項 11, 12 の実施例の動作を説明する為の比較図

【図 19】 本発明の請求項 11 の実施例 11 の動作の説明図

30 【図 20】 本発明の請求項 12 の実施例 12 の動作の説明図

【図 21】 本発明の請求項 2 ~ 12 の実施例の抽出部の加減算回路の構成を示す図

【図 22】 従来の符号化変調の符号化部と復号部の構成を示すブロック図

【図 23】 正方格子状に配置された 64 個の信号点の図

【図 24】 4 つに分割したグルーピングの図

【図 25】 軟判定ビットを付加した 2 次元座標の図

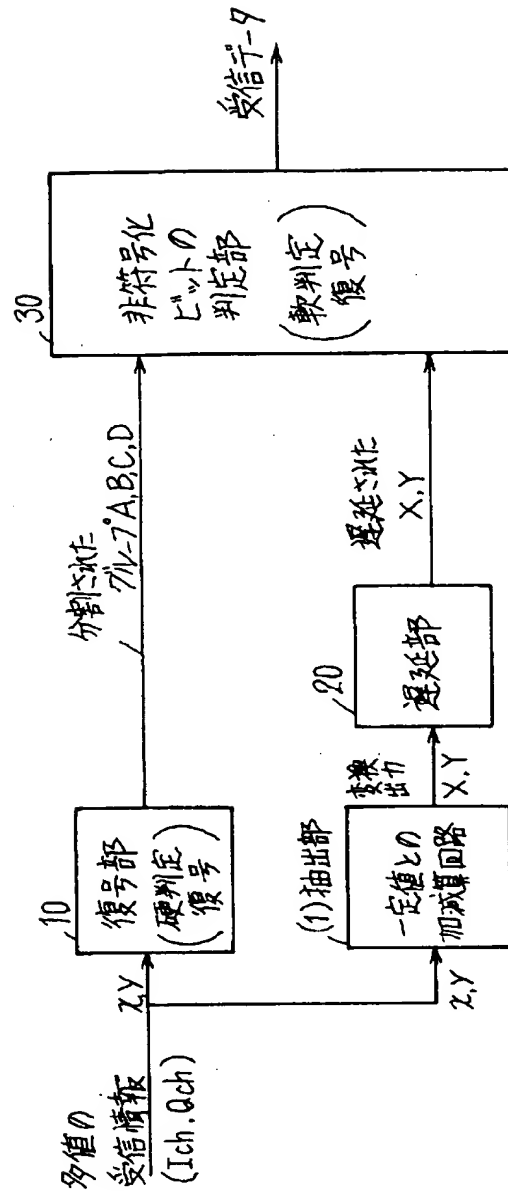
【図 26】 軟判定ビットにより区切られる 4 つの領域の図

【符号の説明】

(1) は抽出部、10 は復号部、20 は遅延部、30 は非符号化ビットの判定部、x, y は多値の受信情報であり、I 側、Q 側の受信データ、X, Y は抽出部 (1) の出力の I 側、Q 側の変換出力である。

【図1】

本発明の請求項1の符号化変調信号の復号器の基本構成を示す原理図



【図 2】

【図 3】

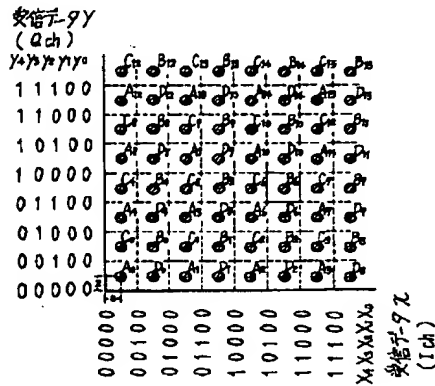
【図 5】

本発明の請求項１～４の実施例の動作を説明する為の比較図

本発明の請求項1の実態例1の動作の説明図

本発明の請求項3~12の各実施例の
動作の領域区分の図

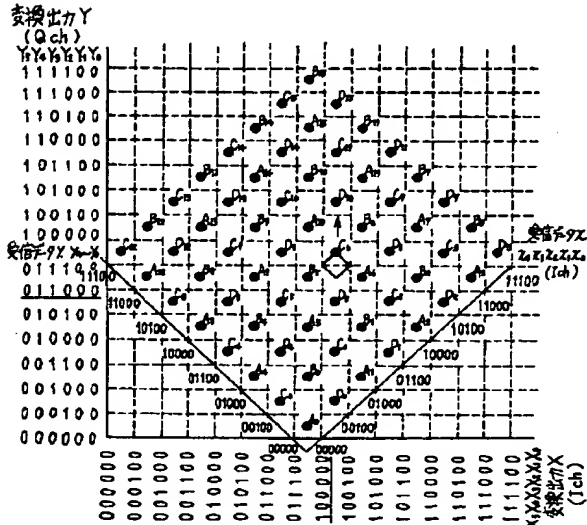
(64信号点を4グループA,B,C,Dに分割した場合)



【図 7】

本発明の請求項4の実施例4の動作の説明図

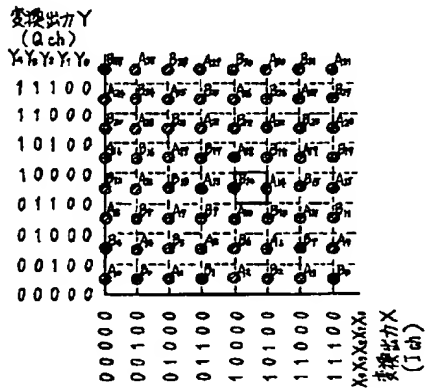
(4グループA,B,C,Dに分割)



【図 9】

本発明の請求項5.7の実施例5.7の動作の説明図

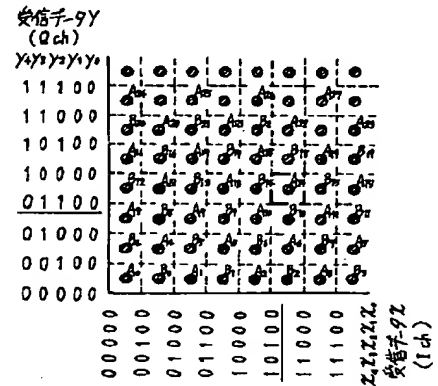
(2グループA,Bに分割する場合)
 (受信データXから値2を減算した時のX,Y)



【図 8】

本発明の請求項5.6の実施例の動作を説明するための比較図

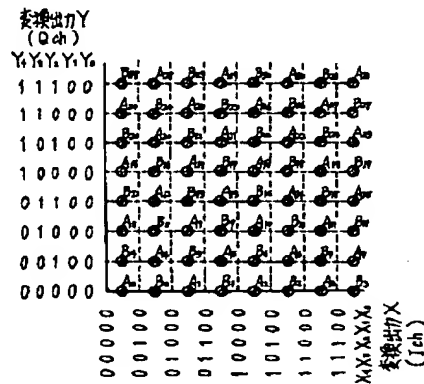
(64信号点を2グループA,Bに分割し各グループの
 信号点の軟判定復号を4値で行う場合)



【図 10】

本発明の請求項6.7の実施例6.7の動作の説明図

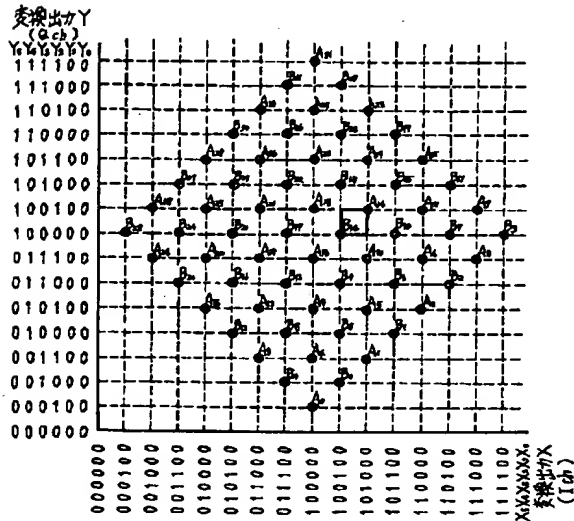
(2グループA,Bに分割する場合)
 (受信データYから値2を減算した時のX,Y)



【図11】

本発明の請求項6の実施例6の動作の説明図

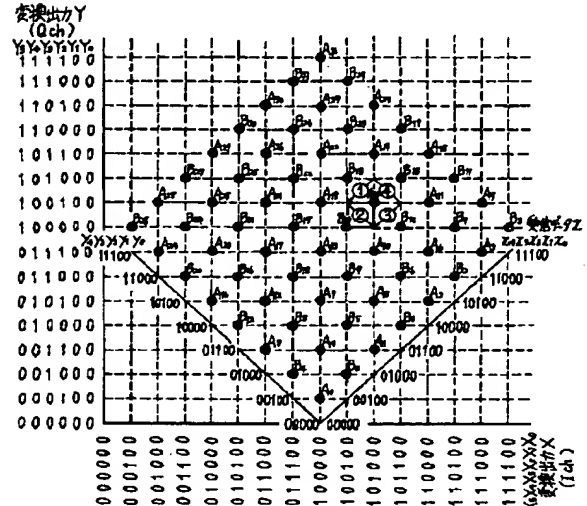
(2グループA,Bに分割する場合)



【図12】

本発明の請求項7の実施例7の動作の説明図

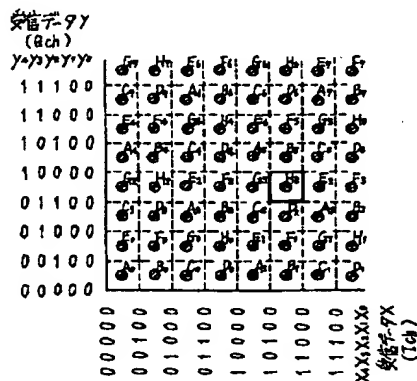
(2グループA,Bに分割する場合)



【図13】

本発明の請求項8~10の実施例の動作を説明する為の比較図

(64信号点を8グループA~Hに分割し各グループの信号点の数判定番号を4値で行う場合)

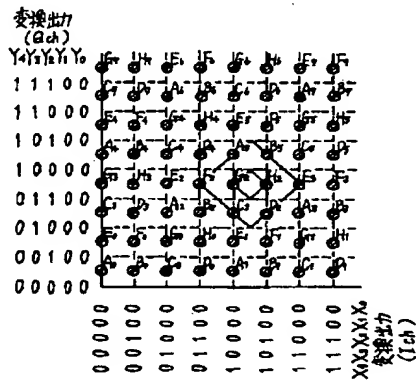


【図14】

本発明の請求項8,10の実施例8,10の動作の説明図

(8グループA~Hに分割する場合)

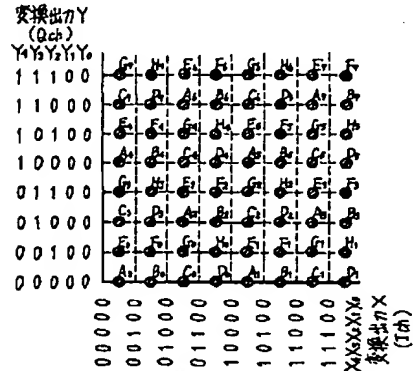
受信データXから値2を減算した時のX,Yと各グループの信号点配置を示す



【図15】

本発明の請求項8.10の実施例8.10の動作の説明図

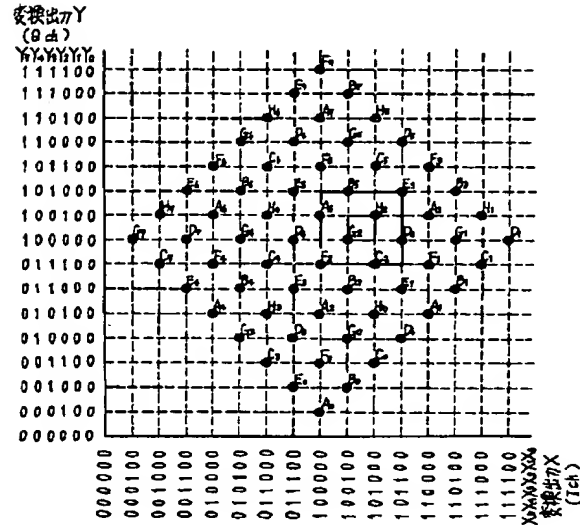
(8グループA~Hに分割する場合)

受信データから値2を減算した時のX、Yと
各グループの信号点配置を示す

【図16】

本発明の請求項9の実施例9の動作の説明図

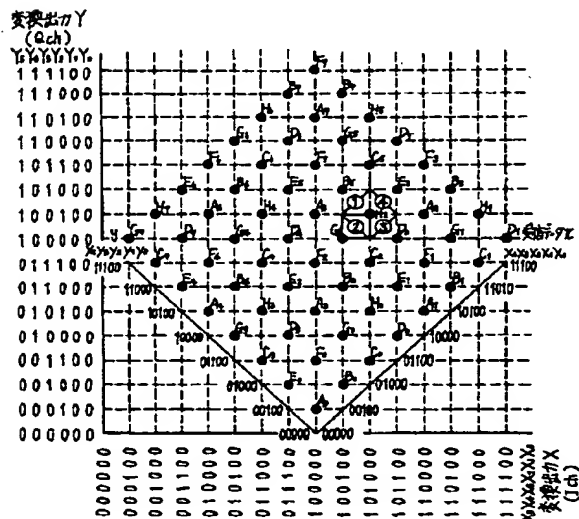
(8グループA~Hに分割する場合)



【図17】

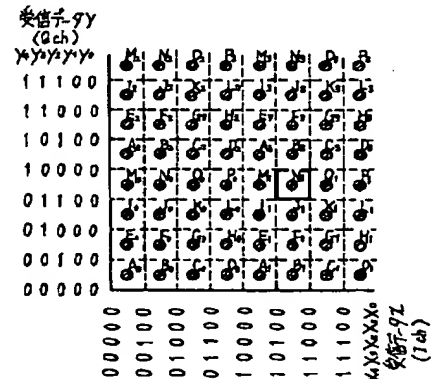
本発明の請求項10の実施例10の動作の説明図

(8グループA~Hに分割する場合)



【図18】

本発明の請求項11.12の実施例の動作を説明するための比較図

(64信号点を16グループA~Pに分割し、各グループの
信号点の軟判定値を4値で行う場合)

【図 19】

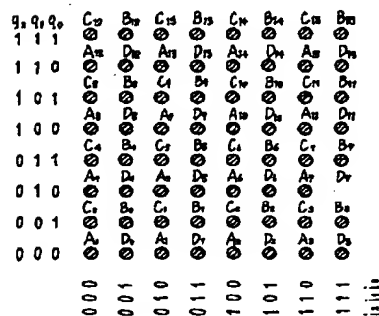
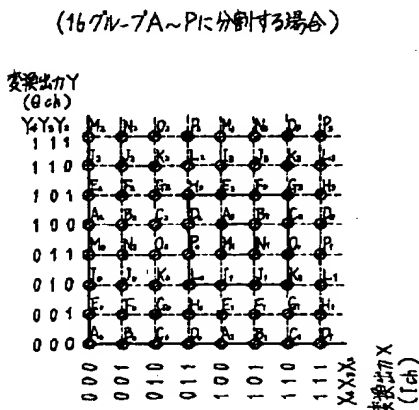
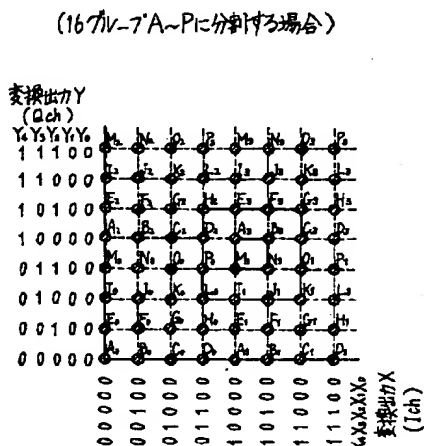
【図 20】

【図 24】

本発明の請求項11の実施例11の動作の説明図

本発明の請求項12の実施例12の動作の説明図

4つに分割したグレイコードの図



【図 21】

【図 23】

本発明の請求項2~12の実施例の抽出部(1)の
加減算回路の構成を示す図

式1

$$X = x - y + 30$$

$$Y = x + y - 2$$

式2

$$X = x - y + 32$$

$$Y = x + y$$

表1

X ₁ Y ₁	変換
0 0	X = x - 4, Y = y - 4
0 1	X = x - 4, Y = y
1 0	X = x, Y = y - 4
1 1	X = x, Y = y

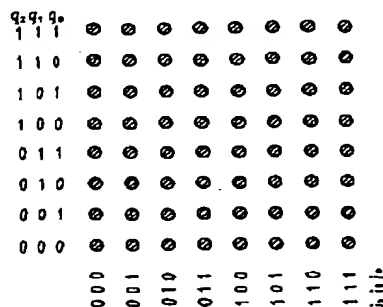
表2

領域区分	変換
①	X = x, Y = y + 4
②	X = x - 4, Y = y
③	X = x, Y = y - 4
④	X = x + 4, Y = y

表3

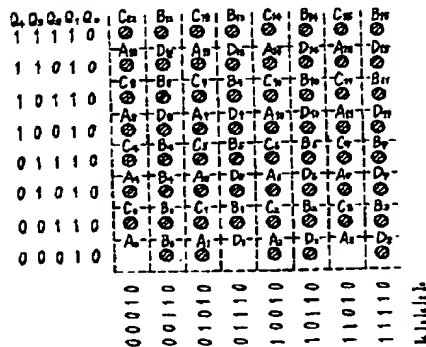
領域区分	変換
①, ③	X = x, Y = y - 2
②, ④	X = x - 2, Y = y

正方格子状に配置された64個の信号点の図



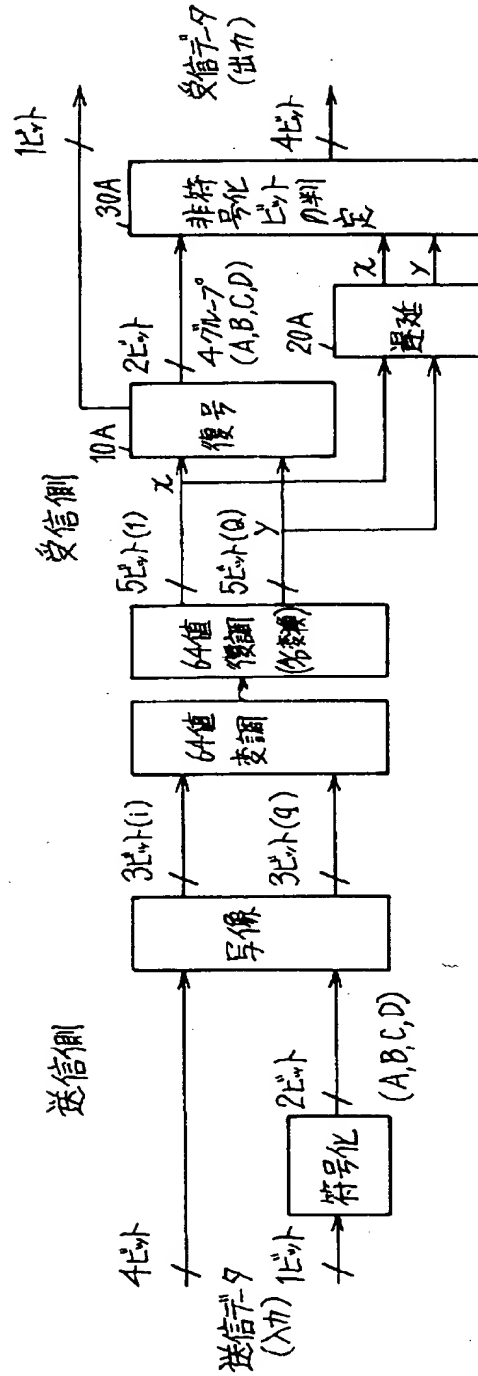
【図 25】

数判定ビットを付加した2次元座標の図



【図22】

従来の符号化変調の符号化部と復号部の構成を示すブロック図



【図 2 6】

数判定ビットにより区切られる4つの領域の図

